

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-191325
(43)Date of publication of application : 09.07.1992

(51)Int.Cl.

C21D 9/08
C21D 8/10
C22C 38/00
C22C 38/38

(21)Application number : 02-323776
(22)Date of filing : 27.11.1990

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD
(72)Inventor : OKADA YASUTAKA

(54) MANUFACTURE OF HIGH STRENGTH STEEL TUBE EXCELLENT IN STRAIGHTNESS

(57)Abstract.

PURPOSE: To manufacture a high strength steel tube excellent in straightness by subjecting a steel tube contg. specified ratios of C, Si, Mn, Cr, P, S and solAl to heating under specified conditions and thereafter subjecting it to air-cooling while it is rotated around an axial center.

CONSTITUTION: A steel tube having a steel compsn. contg., by weight, 0.15 to 0.40% C, 0.10 to 0.70% Si, 1.00 to 2.70% Mn, 0.50 to 2.50% Cr, 0.025% P, 0.015% S, 0.01 to 0.05% solAl and the balance Fe with inevitable impurities is heated at 850 to 1050° C for 0.5 to 30min and is thereafter subjected to air-cooling while it is rotated around an axial center. In this way, the high strength steel tube small in bends is abundantly and stably obtd. at a low cost and is suitable as the reinforcing material for an automobile door.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2000 Japanese Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-191325

⑬ Int.Cl.⁵

C 21 D 9/08
8/10
C 22 C 38/00
38/38

識別記号

3 0 1 H
A
Z

庁内整理番号

7047-4K
8116-4K
7047-4K

⑭ 公開 平成4年(1992)7月9日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全7頁)

⑮ 発明の名称 真直度に優れる高強度鋼管の製造方法

⑯ 特 願 平2-323776

⑰ 出 願 平2(1990)11月27日

⑱ 発 明 者 岡 田 康 孝

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

⑲ 出 願 人 住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
外1名

⑳ 代 理 人 弁理士 広瀬 章一

明 細 書

1. 発明の名称

真直度に優れる高強度鋼管の製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 重量%で、

C : 0.15~0.40%、 Si : 0.10~0.70%、

Mn : 1.00~2.70%、 Cr : 0.50~2.50%、

P : 0.025 %以下、 S : 0.015 %以下、

sol.Al : 0.01~0.05%、

残部Feおよび不可避免的不純物

からなる鋼組成を有する鋼管を、850 ~1050℃で0.5 ~30分加熱してから軸心まわりに回転させながら空冷することを特徴とする真直度に優れる高強度鋼管の製造方法。

(2) 850 ~1050℃で0.5 ~30分加熱後の空冷中に軸心まわりに回転させる曲がり矯正を行うとともに、あるいはそれに代えて300℃以上の温度域で鋼管の機械的曲がり矯正をする請求項1記載の真直度に優れる高強度鋼管の製造方法。

(3) 850 ~1050℃で0.5 ~30分加熱後に空冷し、

次いで50~350℃で1~30分加熱後放冷する請求項1記載の真直度に優れる高強度鋼管の製造方法。

(4) 前記鋼組成が、重量%で、さらに、

Mo : 0.05~1.00%、 V : 0.02~0.10%、

Ni : 0.20~2.50%、 Ti : 0.02~0.10%、

Nb : 0.01~0.10%、および

B : 0.0005~0.0050%

うちの1種または2種以上を含有する、請求項1ないし3のいずれかに記載の真直度に優れる高強度鋼管の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、真直度に優れる高強度鋼管の製造方法、特に自動車等の輸送機のドア用補強材や各種フレーム材等の構造部材として使用するのに適した、空冷ままで焼入組織の得られる高強度かつ真直度に優れる鋼管を安価に製造する方法に関する。

(従来の技術)

従来、わが国における自動車用ドア補強材については、次に述べるような状況下にあった。すな

わら、

- ①国内向けの自動車用ドアでは補強材は設置されていないものが多かった。
- ②輸出車、外国の自動車のドアには波板や鋼管の補強材が使用されていた。
- ③前記波板としては、 $80\sim 100\text{kgf/mm}^2$ の熱延・冷延鋼板が使用されていた。
- ④前記鋼管としては、軽量化のために薄肉・小径で、かつ高強度化のために焼入れ処理した $80\sim 150\text{kgf/mm}^2$ の鋼管が使用されていたが、寸法精度、特に曲がりが大きかった。
- ⑤前記曲がり防止対策として、継目無鋼管や溶接鋼管を製造後、圧延ままの軟質状態で曲がり等の寸法矯正を行い、その後1m程度の短管に切断してから水焼入れ-焼戻しの熱処理を実施することで、熱処理による歪(曲り)を極力小さくしていたが、完全には曲がり防止はできなかった。そして熱処理後は鋼管が高強度となって、弾性限が上昇して塑性変形させること自体困難となると共に、靱性が劣化して割れが生じるため寸法矯正は事実

高価な合金元素の添加を必要とする。

といった問題があり、これらを満足させようとすると、今度は安価な高強度補強用鋼管を提供することができない。

本発明は、上記従来技術の問題点を解消し、自動車のドア補強材として、高強度で曲がりの少ない高強度鋼管を多量にかつ安定して安価に得られる製造法の提供を目的としている。

(課題を解決するための手段)

上記目的を達成するため、本発明者は鋭意研究を重ね、自動車用ドア補強材の高強度化、寸法矯正とその手段および経済性の各点を検討した結果以下のような知見を得て、本発明を完成するに至った。

①高強度化

補強材用鋼管の高強度化には焼入れ、焼戻しが最も容易な熱処理で、なかでも焼入れ-低温焼戻しを適用すると靱性も良好となり、安価に高強度を得るには有利である。

②寸法精度向上のための矯正の必要性

上できなかった。

(発明が解決しようとする課題)

このような自動車用ドア補強材としての鋼管には、なるべく高強度材であって、安価でしかも曲がりの小さいものが必要とされる。

自動車用ドア補強材としての鋼管にとって、曲がり小さいことは、自動車が大量生産方式を採用していることから速やかにしかも正確に、複雑なドア構造の内部にの所定の場所に設置・固定する上で重要である。

例えば、補強材としての鋼管に所定の強度を付与するには水焼入れ熱処理を行うことが必須であるが、加熱後の水冷によって鋼管に曲がりが生じるのは避けられない。そのため機械的手段でそのような曲がり矯正をすることが必要となる。

ところが熱処理後の補強用鋼管は

- ①強度が高く本質的に矯正が困難である。
- ②高温に加熱すると焼戻しを受けて強度が大きく低下する。
- ③高温加熱でも強度を確保するためには、多量の

補強材として必要な寸法精度、特に曲がりを確保するには、何らかの矯正機を用いることが必要である。しかし、前述したように強度が高くなると弾性限が高くなると共に、靱性が低下し、矯正が著しく困難になり、室温での矯正では場合によって割れが生じる。

そのため、水冷や油冷によらず、空冷でも焼きが入り十分所定の強度と靱性が得られる鋼材を使用すれば、焼入れによる曲がりの発生を抑制できる。

また、空冷による焼入組織を有する鋼材を使用すればさらに高い寸法精度が要求される場合に、空冷の途中で寸法矯正が容易に行える。

③経済性について

長尺の状態で実施できれば、熱処理コストは短管に較べ飛躍的に改善される。

ここに、上記知見に基づいてなされた本発明は、重量%で、

C : 0.15~0.40%、 Si : 0.10~0.70%、
Mn : 1.00~2.70%、 Cr : 0.50~2.50%

P: 0.025 %以下、 S: 0.015 %以下、
sol. Al: 0.01~0.05 %、

または、さらに、

Mo: 0.05~1.00 %、 V: 0.02~0.10 %、

Ni: 0.20~2.50 %、 Ti: 0.02~0.10 %、

Nb: 0.01~0.10 %、および

B: 0.0005~0.0050 %

のうちの1種または2種以上、

残部Feおよび不可避免的不純物

からなる鋼組成を有する鋼管を、850~1050℃で0.5~30分加熱してから、軸心まわりに回転させながら、空冷することを特徴とする真直度に優れた高強度鋼管の製造方法である。

本発明の別の特徴によれば、上述のように850~1050℃で0.5~30分加熱後の空冷中、300℃以上の温度域で鋼管の曲がり矯正をするようにしてもよい。

さらに別の面からは、上述のように850~1050℃で0.5~30分加熱後に空冷し、次いで50~350℃で1~30分加熱後放冷するようにしてもよい。

時のビレット製造の際に欠陥が生じ易くなり、熱処理後に靱性が劣化する。

P、S:

これらは鋼中の代表的な不純物である。焼き割れ防止、熱処理後の靱性劣化防止のためにそれぞれ0.025 %および0.015 %の上限以下に制限することが必須である。特に、 $T.S \geq 150 \text{ kgf/mm}^2$ では靱性($v_{Irs} \leq -20^\circ\text{C}$)を確保する上で、更にP \leq 0.015 %、S \leq 0.005 %の制限が望ましい。

sol. Al:

Siと同様に脱酸成分として添加され、Siの場合と同等の理由により添加量が0.01~0.05 %に制限される。

Cr:

焼入れ性の改善と靱性改善、焼戻し軟化抵抗上昇に有効である。特に長尺管をそのまま空冷により焼きを入れ、所定の強度を確保し、しかも空冷による曲がりを防止するためにMn同様に不可欠の成分である。2.5 %の上限を超えると高価になり、しかも溶接部の欠陥が防止できない。0.5 %の下

なお、本発明にかかる高強度鋼管としては特定のものに制限されないが、一般には縫目無鋼管または溶接鋼管である。

(作用)

次に、本発明において鋼組成および処理条件を上述のように限定した理由についてさらに詳述する。

C:

これは高強度を安価に得るためには必須の元素である。0.15 %未満では補強材として必要な120 kgf/mm^2 以上の強度を熱処理で得ることができない。0.40 %を超えると、焼入れままでは強度が高過ぎ、焼き割れが生じる。

Si:

製鋼時の脱酸に必要な成分である。0.10 %未満では脱酸が不十分で靱性が確保できない。0.70 %を超えると溶接製管時の溶接欠陥が生じ易くなる。

Mn:

焼入れ性改善に有効な成分である。1.0 %未満ではその効果が不十分であり、2.70 %超では製鋼

時未満では焼入れ性・靱性・軟化抵抗が改善されない。

本発明においては、さらに強度・靱性を改善するために、Mo、V、Ni、Ti、Nb、およびBのうちの少なくとも一種または二種以上をさらに含有する鋼を使用してもよいが、より好ましくは、Ti-B、Nb-Ti-Bの組み合わせである。

したがって、以下、これらの添加元素の限定理由を説明する。

Mo:

Crと同様の効果を奏する。Cr添加の補助的役割を有している。0.05~1.00 %の添加範囲外ではCrと同様の不利益を有する。

V:

0.02 %以上の添加で高温での焼戻しに対して軟化抵抗が大きい。0.10 %の上限を超える添加は高価である。

Ni:

0.20 %以上の添加で焼入れ性改善、靱性改善に有効である。2.50 %の上限を超えても効果は有効

であるが高価となる。

Ti、Nb：

それぞれ0.02%、0.01%以上の添加で焼入れ時の鋼の結晶粒の粗大化防止、溶接部の靱性改善に有効な元素である。しかし、それぞれ0.10%の上限を超えると靱性が劣化する。

B：

Bの添加は焼入れ性改善に有効である。0.0005%の下限未満ではその効果が不十分であり、一方0.0050%の上限超では靱性が劣化する。

次に、本発明の製造法についての処理条件の限定理由を説明する。

まず、上述のような組成を有する鋼を調整してから適宜手段をもって鋼管を製造するのであるが、本発明にあってそのような製管過程は特に制限されるものではない。好適例としては継目無鋼管の場合、マンネスマン法、熱間押出法等で製造してもよい。また、溶接鋼管として、代表的にはERW鋼管（電気抵抗溶接鋼管）、鍛接鋼管、TIG溶接鋼管、サブマージアーク溶接鋼管、レーザー

溶接鋼管、ERW、TIG、レーザーの各組合せ複合溶接鋼管などが挙げられる。

このようにして用意された鋼管は、850～1050℃×0.5～30分に加熱後空冷を行い焼入れ組織を得る。

焼入れのため鋼をオーステナイト化するのには850℃以上の加熱が必要である。1050℃超では鋼の結晶粒の粗大化が生じ靱性が劣化する。一方、加熱時間が0.5分未満の加熱では鋼管全体を均熱化することができず、最終的に得られた鋼管の機械的性質を均一にすることが困難となる。30分超では1050℃に近い加熱温度の場合、鋼の結晶粒の粗大化が生じて靱性が劣化し、焼き割れが生じ易くなる。

焼き入れ組織とするには、加熱後水冷で焼きを入れる（大部分をマルテンサイト組織とする）のが最も容易で安価な方法ではあるが、そのような手段では焼入れ歪が大きく、しかも高強度鋼では焼き割れが重大な問題となってくる。

したがって、本発明にあっては、前述のように

空冷で十分な焼きが入る成分とすることで安価で安定した鋼管の製造を可能としている。

なお、本発明にあって空冷には水・油等を使用しないで空気を冷却媒体として利用する全ての冷却を含む。例えば、大気放冷はもちろん、強制空冷をも包含する。

しかしながら、かかる空冷だけでは曲がりが生じることがあるため、管軸心まわりに回転させながら空冷することが必要になる。具体的には、例えば管軸心まわりに自転転送する構造の冷却床にて放冷させることにより曲がり矯正が行える。その他、ターニングローラ列上に水平設置回転させながら空冷する等の態様が考えられる。

本発明の場合には後述する焼戻し処理は必ずしも必要としないが、靱性改善には焼戻し処理を行うのが好ましい。

焼戻しは、50～350℃で1～30分加熱後放冷することによって行うが、これより高温・短時間側では十分な靱性が確保できない。一方、それより高温・長時間では十分な強度が得られない。

すでに述べたように、本発明によれば矯正は空冷の段階で軸心まわりに回転させながら空冷することにより曲がり防止を図ることができることから必ずしも必要ではないが、必要に応じ、機械的な矯正を行ってもよく、その場合の矯正は前述の管軸心のまわりに回転させながら行う空冷に代えてあるいはそれに続けて、空冷の段階で行ってもよい。

かかる機械的曲がり矯正はロール式矯正機、傾斜ロール式矯正機、プレス式矯正機等を使って実施される。空冷の途中での矯正は前述の困難を排除でき容易に所定の寸法精度を得ることができるが、300℃未満の低温では鋼管の強度が大きくなり塑性変形をとまなう寸法矯正が困難となり、しかも加工中に割れが生じる。

なお、本発明によれば、長さ5m以上という長尺管として熱処理を行っても高強度を保持した状態で寸法曲がり1mm当り1mm以下に押さえることができるため、熱処理完了後に所定長さに短尺管材を切断することで生産性の向上を図ることが

できる。

実施例

本発明を実施例によって具体的に説明するが、

本発明はこれにより限定されるものではない。

本発明における供試鋼の成分を第1表に示す。

(以下余白)

第1表 供試鋼の化学成分 (wt%)

第1表 鉄鋼鋼の化学成分 (wt%)														
	C	Si	Mn	P	S	sol. Al	Cr	Mo	V	Ni	Ti	Nb	B	
鋼種	下限	0.15	0.10	1.00	—	—	0.01	0.50	0.05	0.02	0.20	0.02	0.01	0.0005
	上限	0.40	0.70	2.70	0.025	0.015	0.05	2.50	1.00	0.10	2.50	0.10	0.10	0.005
A1		0.26	0.25	2.56	0.023	0.008	0.03	0.53	—	—	—	—	—	0.0015
B1		0.38	0.36	1.09	0.014	0.012	0.02	2.38	—	—	—	—	—	—
A2		0.22	0.11	1.12	0.018	0.013	0.01	1.03	—	—	—	—	—	—
B2		0.28	0.68	1.37	0.003	0.006	0.02	1.13	—	—	—	0.03	—	0.0038
A3		0.24	0.18	1.55	0.021	0.011	0.05	1.07	—	—	—	—	0.03	—
B3		0.26	0.34	1.23	0.016	0.004	0.03	0.55	—	—	—	0.08	—	—
A4		0.34	0.16	1.53	0.011	0.008	0.01	0.89	—	—	—	—	—	0.0007
B4		0.26	0.41	2.34	0.017	0.015	0.02	0.78	0.05	—	—	—	0.07	—
A5		0.24	0.53	1.74	0.023	0.012	0.05	1.53	0.99	—	—	—	—	—
B5		0.22	0.34	1.58	0.019	0.006	0.02	1.54	0.54	0.04	—	—	—	0.0009
A6		0.16	0.33	1.86	0.006	0.005	0.02	1.84	—	0.10	—	—	—	—
B6		0.34	0.26	1.15	0.012	0.014	0.04	1.45	—	—	0.25	—	—	—
A7		0.27	0.22	1.49	0.005	0.015	0.03	0.75	—	—	2.34	—	—	—
B7		0.26	0.24	1.56	0.009	0.014	0.03	1.02	0.26	—	—	—	0.03	—
A8		0.24	0.28	1.34	0.016	0.012	0.03	0.51	—	0.04	—	—	—	0.0015
B8		0.23	0.26	1.29	0.015	0.011	0.03	0.95	—	—	—	0.03	0.05	0.0012
A9		≦0.12	0.33	≦0.84	≦0.033	≦0.018	0.01	0.86	—	—	—	—	—	—
B9		≦0.45	0.28	≦2.85	0.019	≦0.019	0.02	1.02	—	—	—	—	—	—
A10		0.21	≦0.08	1.22	0.023	0.015	≦0.008	—	—	—	—	—	—	—
B10		0.18	0.24	1.34	0.021	0.013	0.02	≦0.48	—	—	≦0.11	—	—	—
A11		0.31	0.27	1.09	0.021	≦0.018	0.03	≦2.76	—	—	—	—	—	—
B11		0.26	0.21	1.03	0.018	≦0.017	0.01	0.71	—	—	—	≦0.13	—	—
A12		0.38	0.23	1.86	0.016	0.015	0.03	0.68	—	—	—	—	≦0.15	—
B12		0.27	0.26	1.29	0.011	0.011	0.02	0.59	—	—	—	—	—	≦0.0062

(注) : 本発明の範囲外

前記第1表に示した鋼を次のような条件で製管し、熱処理を施した。

A系鋼の例は転炉溶製→熱間圧延にて種々の板厚のホットコイルとし、これをERW法で外径25mmの電鍍鋼管とした。

B系鋼の例は電気炉溶製→分塊→マンネスマン製管法で製造した種々肉厚の外径30mmの継目無鋼管である。

いずれも、素管をバッチ炉または高周波加熱式連続炉で加熱後空冷焼入れを行った。その後、空冷途中での寸法矯正は冷却床で管軸を回転させながら、あるいはスタンド間間隔400mmの2-1-2-1型傾斜ロール式矯正機にて行った。

なお、前述のバッチ炉による加熱とは複数本の鋼管を通常その長手方向の複数箇所を支持載置して静止状態で加熱する多量加熱であり、この場合鋼管が長ければ長い程、曲がり矯正前の曲がり量が大きくなる加熱手段である。

また、高周波加熱式連続炉加熱とは、鋼管を1本毎にその軸心回りに回転させながら軸方向へ移

送するスキュー送りローラコンヘアライン中に1段または複数段のリング状誘導加熱コイルを配して、このコイル中に鋼管を貫通させ加熱する方法であり、上記バッチ炉加熱に比べると加熱後鋼管の曲がり量は極めて小さい。

これらの処理条件および結果をまとめて第2表に示す。

(以下余白)

第2表

鋼種	処理区分	素管		炉区分	焼入れ		管回転 速度(分)	矯正機による矯正		焼戻し		1m当りの 曲がり量 (mm)	引張強さ (kgf/mm ²)	vT _{rs} (℃)	備 考
		長さ (mm)	肉厚 (mm)		加熱温度 (℃)	加熱時間 (分)		有無	終了温度 (℃)	加熱温度 (℃)	加熱時間 (分)				
	下限	—	—	—	850	0.5	—	—	300	50	1	—	—	—	
	上限	—	—	—	1050	30	—	—	—	350	30	1	120	-20	
A1	本発明例	長尺	2.5	バッチ	920	15	有	無	—	無し	—	0.9	167	-48	
A1	比較例	—	2.5	バッチ	1070	10	無	無	—	100	10	1.2	171	30	韌性不足
A1	本発明例	長尺	2.5	I H	1045	0.6	有	有	550	250	10	0.6	132	-32	
A1	比較例	—	2.5	バッチ	920	15	有	無	—	380	20	0.7	86	-76	強度不足
B1	本発明例	—	3.0	I H	980	0.5	有	有	600	無し	—	0.2	168	-25	
B1	比較例	—	3.0	I H	810	0.5	有	有	600	150	10	0.3	105	-32	強度不足
B1	比較例	長尺	3.0	バッチ	880	15	無	有	200	200	60	1.3	164	-29	曲がり大
B1	—	—	3.0	バッチ	880	15	有	有	450	400	5	0.5	112	-58	強度不足
A2	本発明例	—	3.5	バッチ	950	20	有	有	500	無し	—	0.6	153	-34	
B2	—	—	3.5	バッチ	900	15	有	有	550	200	15	0.4	146	-70	
A3	—	—	2.0	I H	980	1.5	有	無	—	150	30	0.9	142	-53	
B3	—	—	2.4	バッチ	920	20	有	無	—	200	10	0.7	145	-35	
A4	本発明例	—	3.5	バッチ	930	15	有	有	400	350	5	0.5	136	-44	
A4	比較例	—	3.5	バッチ	1080	15	無	有	300	無し	—	1.1	148	47	韌性不足
A4	—	—	3.5	バッチ	930	15	有	有	100	50	5	—	208	15	矯正割れ、韌性不良
A4	—	—	3.5	バッチ	930	15	無	有	250	150	0.5	1.3	176	-33	曲がり大
B4	本発明例	—	6.5	バッチ	900	15	有	無	—	150	25	0.9	148	-26	
A5	—	—	2.2	バッチ	950	25	有	有	350	250	10	0.5	138	-48	
B5	—	—	2.0	バッチ	980	10	有	有	500	150	5	0.4	151	-32	
A6	—	—	1.5	I H	970	3	有	有	500	250	30	0.2	126	-34	
B6	—	—	2.5	バッチ	880	20	有	無	—	無し	—	0.7	183	-20	

(次頁につづく)

(第2表つづき)

鋼種	処理区分	管 管		炉区分	繰入れ		管端歪 字冷矯正 有無	矯正機による矯正		焼戻し		1m当りの 曲がり量 (mm)	引張強さ (kgf/mm ²)	vIrs (℃)	備 考
		長さ 長短	肉厚 (mm)		加熱温度 (℃)	加熱時間 (分)		有無	終了温度 (℃)	加熱温度 (℃)	加熱時間 (分)				
A7	本発明例	長尺	3.5	バッチ	900	10	有	有	600	200	20	0.2	148	-96	
B7	"	"	2.5	バッチ	910	15	有	有	500	330	20	0.4	128	-74	
A8	"	"	1.5	I H	1000	2	有	無	—	200	15	0.7	140	-28	
B8	"	"	2.0	バッチ	940	15	有	有	500	無し		0.8	165	-59	
A9	従来例	短尺	2.5	バッチ	950	15水冷	—	無	—	250	15	1.5 ∞	72 ∞	-76	曲がり大、強度不足
B9	"	"	2.5	I H	870	30水冷	—	無	—	250	10	0.9	196	-45 ∞	脆き割れ、韌性不足
A10	"	"	2.5	バッチ	930	20水冷	—	無	—	250	20	1.2 ∞	106	-43	曲がり大、強度不足
B10	"	長尺	2.5	バッチ	930	20	有	有	400	250	20	0.4	85 ∞	-73	強度不足
A11	"	"	2.5	バッチ	930	20	有	有	500	175	15	0.7	163	35 ∞	溶接部欠陥
B11	"	短尺	2.5	バッチ	930	20水冷	—	無	—	250	20	1.6 ∞	125	4 ∞	韌性不足
A12	"	長尺	2.5	バッチ	930	20	有	有	400	550	20	0.3	90 ∞	27 ∞	強度不足、韌性不足
B12	"	"	2.5	バッチ	930	20	有	有	350	250	20	0.6	129	35 ∞	韌性不足

(注) ∞ : 本発明の範囲外、 ∞ : 目標外れ

製品の曲がり量は1m当りの値(mm)で表示した。
傾斜ロール式矯正機による曲がり矯正は1回の処理で行った。表中で長尺管は5m以上で、短尺管は1m程度に切断した管である。

所定の成分範囲で所定の熱処理であれば所要の真直度ならびに120kgf/mm²以上の強度と韌性(vIrs ≤ -20℃)を満足する製品が得られた。特に曲がりについては、長尺管でも処理後に曲がり量が1mm以下となり、冷却途中で矯正機により寸法矯正を実施すると更に精度が向上することがわかる。

これに対し、本発明の条件を外れる比較例および従来例の場合は、真直度、強度、韌性のいずれか一つまたは複数が目標を満足しない。

(発明の効果)

本発明は以上説明したように構成されているから、本発明による鋼の成分と熱処理および矯正法で所定以上の強度・韌性および優れた寸法精度を有する自動車ドア補強材用の鋼および鋼管が経済的に得られ、産業上極めて有用である。